

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Жданов А. В., Лемешев М. С.*

*Винницкий национальный технический университет, г. Винница, Украина*

В современных условиях энергодефицита, остро стоит вопрос разработки и внедрения новых низкоэнергоемких технологий для производства эффективных строительных материалов. Ресурсо- и энергосбережение для технологических циклов выпуска строительных изделий на предприятиях производственной базы строительной отрасли является главным вектором развития конкурентоспособной хозяйственной деятельности. Вместе с тем, внедрение современных научно-инженерных решений на этапах проектирования и строительства зданий и сооружений также будет способствовать сокращению эксплуатационных расходов для самих объектов недвижимости [1-4].

Традиционно в строительной практике для изготовления искусственных композиционных материалов, изделий и товарных бетонов и растворов преимущество отдается гидравлическим вяжущим. Цементы являются наиболее доступными с точки зрения технологичности производственных операций и логистических коммуникаций, хотя в структуре общей себестоимости сырьевых смесей его стоимость занимает от 30 до 60 % [5-6]. Таким образом, одним из резервов в направлении ресурсосберегающих технологий строительных материалов является поиск альтернативных эффективных вяжущих с минимизированными капитальными затратами для их производства.

В научных работах [7-8] авторами установлено, что использование вторичных ресурсов в технологиях производства строительных материалов, растворов и бетонов приобретает популярность среди существующих направлений научных исследований в строительном материаловедении. Среди существующих научных разработок значительное внимание привлекает комплексная ресурсосберегающая технология переработки токсичных отходов предприятий химической промышленности (фосфогипс) и золы-уноса ТЭС для изготовления искусственных строительных композиционных материалов и

изделий [9-10]. Характерными особенностями такой технологии является безотходная утилизация вредных химических веществ фосфогипса в технологическом процессе комплексной механо-химической активации. Использование предварительно обработанной золы-унос в электромагнитном поле приводит к росту дисперсности частиц сырьевого материала [11-12], в результате температурных деформаций при нагревании происходит разрушение ее стекловидной оболочки и при этом высвобождаются активные частицы кремнезема и глинозема. Результатом последующей технологической операции механо-химической активации в течение длительной гомогенизации смеси фосфогипса и золы-унос является интенсификация процессов физико-химических взаимодействий компонентов смеси, способных влиять на физико-механические свойства полученных в дальнейшем строительных материалов [13-14].

Одним из методов получения композиционного материала специального назначения является добавление в состав активированной смеси фосфогипса и золы-унос мелкодисперсных металлических порошков (отходы металлообработки – шлам стали ШХ-15). Порошки железа по своим физическим параметрам можно отнести к группе дисперсных заполнителей [15]. Средний размер частиц порошка составляет  $2 \times 10^{-5}$  м, а показатель удельной поверхности такого заполнителя варьируется в пределах  $(0,5 \div 2,0) \times 10^3$  м<sup>2</sup>/кг. Характерными показателями химического состава порошков является высокое процентное содержание железа, которое составляет 86,3 - 87,96%. В процессе обработки металлов и при длительном хранении отходов в открытых отвалах происходит глубокое окисление поверхностей частиц порошков железа. Оксидный слой составляют гематит (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), юстит (раствор Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в FeO), (FeO(OH)) [16-17]. По результатам проведенных исследований [18] авторы установили, что использование в качестве заполнителя металлических порошков с высоким содержанием оксидов будет приводить к интенсификации физико-химических взаимодействий в смеси многокомпонентного дисперснонаполненного композиционного материала.

Для проведения экспериментальных исследований использовали фосфогипс Винницкого ПО «Химпром», золу-унос Ладыжинской ТЭС, мелкодисперсные порошки железа – накопленные в отвалах металлические шламы подшипниковых производств. Комплексная ресурсосберегающая технология изготовления композиционного материала предполагает

предварительную электромагнитную активацию смеси кремнеземистого и металлического компонента. Следующим этапом технологии является добавление в состав смеси фосфогипса и воды с последующим перемешиванием компонентов, что приведет к интенсификации процессов физико-химических взаимодействий в системе железосфатного вяжущего [18]. Изготовленные образцы строительных изделий в форме балочек выдерживали в пропарочной камере. Результаты физико-механических характеристик образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав и физико-механические свойства образцов

Состав сухой смеси	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$R_{из}$ , МПа	$R_{сж}$ , МПа
(ЗУ+ПЖ):ФГ=2,0:2	2080	3,4	6,3
(ЗУ+ПЖ):ФГ=1,5:2	1980	4,4	7,6
(ЗУ+ПЖ):ФГ=1,0:2	1860	3,2	6,2
(ЗУ+ПЖ):ФГ=1,5:2 с добавкой “С-3”	2010	4,8	8,4

Примечание: ЗУ – зола-унос; ПЖ – порошок железа; ФГ – фосфогипс;  $R_{из}$  – прочность при изгибе;  $R_{сж}$  – прочность при сжатии.

Полученные результаты исследования физико-механических характеристик образцов дисперснонаполненного композиционного материала свидетельствуют о возможности использования предложенной ресурсосберегающей технологии переработки техногенных отходов для получения строительных изделий специального назначения.

Наличие в структуре композиционного материала металлического заполнителя обеспечивает приобретение им токопроводящих свойств, так что изготовленные образцы могут быть в дальнейшем внедрены как элементы низкотемпературных систем теплых полов для помещений нежилого назначения. Кроме того, наличие токопроводящих свойств для элементов покрытия полов позволит обустройство систем антистатической защиты для производственных помещений [19].

Исследования радиационно-защитных свойств изделий из металлонасыщенных бетонов подтвердили, что использование металлического заполнителя в составе композиционного материала сопровождается

приобретением таким материалом повышенных экранирующих характеристик по сравнению с другими материалами при одинаковых показателях средней плотности изделий [20-22].

**Выводы.** Использование в составе дисперсно-наполненного композиционного материала порошков железа и формирование в его структуре токопроводящей матрицы наряду с удовлетворительными физико-механическими характеристиками обеспечит также приобретения такими изделиями специальных радиозащитных свойств.

### *Литература:*

1. Павлюк, Б. І. Композиційні будівельні матеріали із використанням промислових відходів. Diss. Сборник научных трудов SWorld, 2014.
2. Кулик, В. В. Перспективы использования промышленных отходов в строительной отрасли. Diss. Тюменский индустриальный университет, 2012
3. Пастовий, П. В. Стіновий композиційний будівельний матеріал спеціального призначення. Diss. Сборник научных трудов SWorld, 2011.
4. Сорока, В. В. Енергоєфективні спеціальні матеріали для теплодернізації будівель. Diss. Сборник научных трудов SWorld, 2014.
5. Ковальчук, С. В. "Специальные строительные материалы на основе вторичных продуктов промышленности.". Тюменский индустриальный университет, 2013.
6. Иванова, Л. В. "Композиционный материал для систем антикоррозионной защиты инженерных сетей.". Тюменский индустриальный университет, 2013.
7. Сердюк, В. Р. "Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м." Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. № 12: 62-68. (2005).
8. Логоша, О. В. "Композиционные радиозащитные материалы с использованием промышленных отходов.". Тюменский индустриальный университет, 2011.
9. Сердюк, В. Р. "Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів." (2011).
10. Лемешев, М. С. "Розробка радіозахисних будівельних матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: збірник наукових праць за матеріалами V Всеукраїнської наук.-техн. конф., 1-3 березня 2005 р.: 244-250. ВНТУ, 2006.
11. Bereziuk, O. V., and M. S. Lemeshev. "Bezpeka zhyttiediialnosti: navchalnyi posibnyk." Vinnytsia: VNTU (2011).
12. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004).
13. Смирнов, В. В. "Специальные строительные материалы для теплодернізації зданий." Тюменский индустриальный университет, 2014.
14. Федун, А. В. Організаційно-технічні заходи щодо зменшення електромагнітного забруднення природними джерелами опромінення. Diss. Сборник научных трудов SWorld, 2014
15. Березюк, О. В. "Охорона праці в галузі радіотехніки: навчальний посібник." Вінниця: ВНТУ (2009).
16. Иванова, Л. В. "Композиционный материал для систем антикоррозионной защиты инженерных сетей." Тюменский индустриальный университет, 2013.
17. Lemeshev, M. S. "Formuvannia struktury elektroprovodnoho betonu pid vplyvom elektrychnoho strumu." Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktsii u budivnytstvi: Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk.-Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia.-2006.-S (2006): 36-41.
18. Березюк, О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011.
19. Лемешев, М. С. "Антистатичні покриття із бетелу-м." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: 217-223. (2004).
20. Миронов, О. В. "Современные стеновые композиционные строительные материалы специального назначения." Алтайский государственный аграрный университет, 2012.
21. Лемешев, М. С. "Металлонасыщенные бетоны для защиты от электромагнитного излучения." Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. № 33: 253-256. (2013).
22. Сердюк, В. Р. "Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона." Строительные материалы и изделия 4 (2005): 8-12.